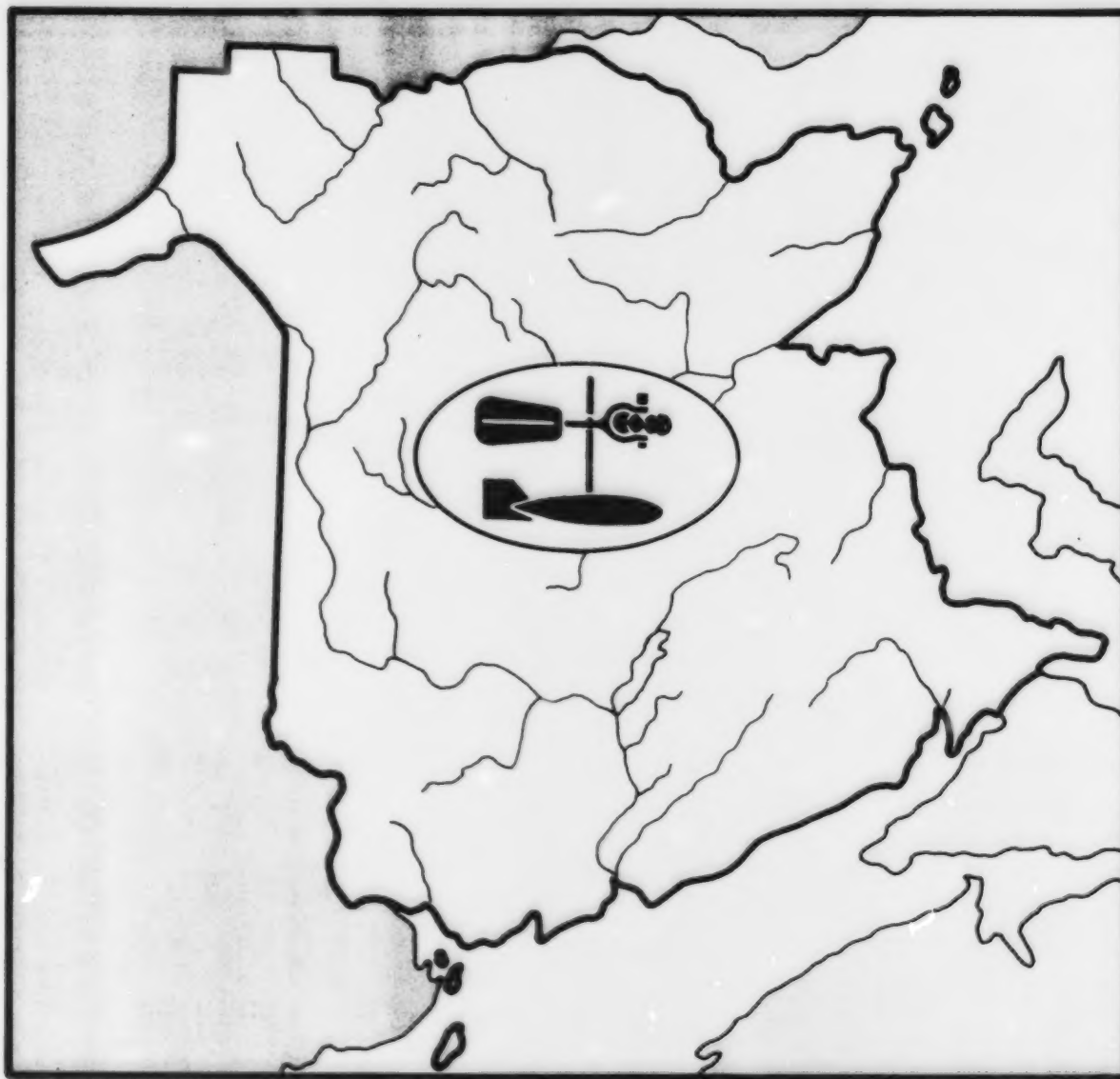


New Brunswick Hydrometric Network Evaluation

Summary Report



January 1989



Environment
Canada

Environnement
Canada



New Brunswick Department of
Municipal Affairs and Environment

New Brunswick Hydrometric Network Evaluation

Summary Report

January 1989

Environment Canada
Conservation and Protection
Inland Waters
Dartmouth, Nova Scotia

New Brunswick Department
of Municipal Affairs and
Environment
Fredericton, New Brunswick

TABLE OF CONTENTS

Section	Page
Table of Contents	i
Executive Summary	1
Introduction.....	2
The Framework for Evaluation	3
Assessment of User Needs	3
Regional Hydrology	4
Hydrometric Technology and Operations	6
Evaluation of Gauging Strategies	7
Recommendations	9

Report Prepared by:

A. Perks,	Chief, Hydrology Division, Water Resources Branch, Ottawa, Ontario.
D. Ambler,	Regional Hydrologist, Water Resources Branch, Dartmouth, Nova Scotia.
Z. Davar,	Water Resource Economist, Water Planning and Management Branch, Dartmouth, Nova Scotia.
B. Burrell,	Hydrotechnical Engineer, Water Resource Planning Branch, New Brunswick Department of Municipal Affairs and Environment, Fredericton, New Brunswick.

Executive Summary

An evaluation of the hydrometric network in New Brunswick was carried out. User needs for data and information were identified and technical studies undertaken to define both a minimum level network as well as a target level capable of providing estimates of ungauged flows. These, together with assessments of the socio-economic conditions in the province and priorities for water resources management, were incorporated into a process of evaluating the relative contributions of individual stations as well as the network as a whole.

The main findings of the project were that the network is quite highly "user-driven", with not enough attention given to meeting basic regional hydrology objectives. The user community, which includes various federal, provincial, and private agencies makes frequent use of the data and perceives a high level of direct benefit from the network. Users' perceived deficiencies included poor network coverage in central New Brunswick, a province-wide lack of small watershed data, and a desire for more interpreted information.

Technical studies yielded a definition of minimum needs for regional hydrometric stations which, when compared against the existing network confirmed the perceived deficiencies. Further studies indicated substantial uncertainties do exist in the ability to estimate ungauged streamflows in some areas.

A pragmatic evaluation process was developed and applied and served as a useful framework for integrating hydrometric, socio-economic, and environmental factors. A ranked prioritization of stations based upon the best perceptions of station "worth" was developed. This will assist managers in making specific adjustments that may be required. Alternative network scenarios were also developed and assessed. These provide a basis for assessing the impact of changing resources or objectives for the program as a whole.

The major recommendations drawn from the findings are summarized below. The overall objective was to create a rationalized and more cost-effective network. This can be accomplished by:

- using the results of this study to establish both short and long-term goals for the network. The short-term goal would be to ensure that the identified minimum network requirements are met through re-allocation of resources. The longer term goal would be to develop an enhanced regional hydrology capability as represented by the more comprehensive target network;
- establishing a Network Evaluation and Planning Sub-

committee, accountable to the Federal and Provincial coordinators, responsible for ongoing network analysis, communications with the user community, integrated network planning and preparation of an annual implementation plan for network adjustments;

- emphasizing the importance of regional hydrometric needs in planning and operating the networks, and assessing any tendency toward downsizing of the network, against the potential loss in public savings and reduced service to the public;
- pursuing integrated hydrologic network planning with the operators of related atmospheric, water quality, and ground water data programs;
- working towards increased automation of the data collection activities;
- implementing a marketing strategy designed to broaden the user base and, increase the interaction and communication with users;
- preparing more interpreted information designed to assist users and enhance the utility of the collected data for many applications.

Introduction

The water resources of the Province of New Brunswick are monitored by the Government of Canada under a cost-sharing agreement with the Provincial Government. Water quantity data have been measured, stored, and distributed on a continuous basis in New Brunswick since 1918 when hydro-power development was the main use for hydrologic data. With an area of 73,440 square kilometres, the Province is covered by a hydrometric network of 85 stations. Fifty-three of these stations, located on unregulated streams, are usable for analysing regional hydrologic conditions. This represents an average density of 1 station per 1,400 square kilometres.

Expansion of the network accelerated during the late 1960's and early 1970's with the increased demand for information for water supply, fisheries, and flood forecasting applications. Stations were established to meet specific user needs, sometimes of a short-term nature. Many of these stations which had served their original purpose were retained in order to secure a longer and more useful period of record. At that time, this was considered an effective method of expansion, as the network was sparse and the initial capital and operating costs for establishing the station had already been paid.

This historical development has led to the present network of regional hydrology and operational gauging sites, which has undergone periodic reviews over the years. Figures 1 and 2 show the growth of the network over the years, and the current classification as per the 1987-88 Water Quantity Surveys Canada-New Brunswick Cost-Sharing Agreement.

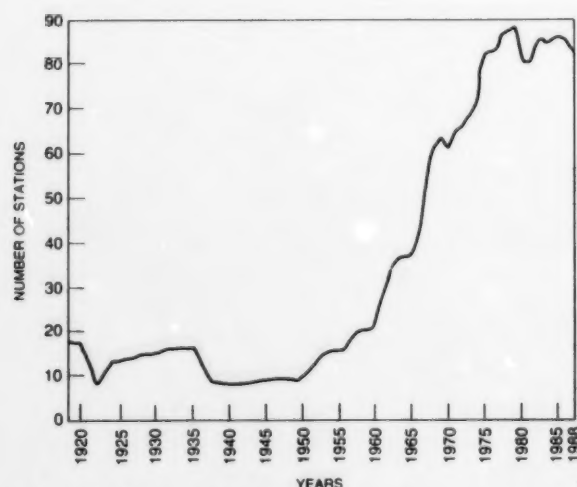


Figure 1 Growth of New Brunswick Gauging Station Network.

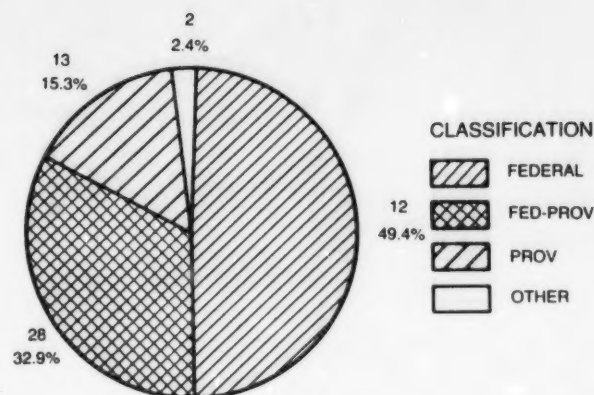


Figure 2 New Brunswick Hydrometric Network Classification.

Why Evaluate?

"The major problem that forces one to a consideration of efficiency or cost-effectiveness is the potential of the cost of neglect, benign or not, to over collect in various ways to the neglect of observations that may prove to be of greater need. Data programs are usually found to be too ambitious and inadequate at the same time" (Langbein 1979).

This paradoxical observation reflects the concern that in the absence of proper planning and evaluation, an information network or system may tend to develop both redundancies and gaps in the knowledge base.

Potential examples include: intensive on-going measurement in areas of previous historical importance at the expense of deficient information for developing areas; over-emphasis on large basins at the expense of understanding small basin hydrology; over-gauging of highly correlated contiguous sites with insufficient information at other neglected sites; and gauging to meet those needs for which estimations would suffice.

On the other hand, a well planned hydrometric network is of inestimable benefit to the public and private sector in the Province, providing as it does:

- the basic data and information upon which many government programs are operated; [thereby citizens are protected from hazards, eg. floods and droughts];
- information supporting the protection and maintenance of the aquatic environment and its many [often competing] uses;
- data for literally hundreds of millions of dollars worth of civil infrastructure designed, constructed, and operated each year.

The Framework for Evaluation

The worth of a data network is defined in terms of the information's utility to users. The first requirement of this evaluation was, therefore, an accurate definition of the users' perceived needs (current and future).

Subsequently, the capability of the network to address these needs was assessed. The purpose was to identify deficiencies in the network, as well as any redundant information, thereby providing an implicit strategy for network planning.

Consideration of the budget or cost constraint required that the network be regarded in a supply/demand context in order to establish priorities for network outputs based on some measure of relative worth. It was realized in the course of this effort, due to the random nature of the hydrologic variables, the sensitivity of analytical results to varying assumptions, and the difficulty of apportioning benefits to individual uses, that the methodology for determination of relative worth would have to be more pragmatic than rigorous.

The ensuing assessment was carried out with the intent of evaluating the New Brunswick network from a number of different perspectives: hydrological and technical; socio-economic; and from the data user's point of view. The current conditions of restraint and the emphasis on downsizing in government activities were also borne in mind throughout. The main phases of activity included: a) an assessment of user needs to identify the present and potential uses for hydrometric data and information in New Brunswick, b) an assessment of regional hydrology capabilities to establish how well the present network can be relied upon to estimate streamflow at ungauged locations, c) a review of new hydrometric techniques and equipment, and d) a determination of station priorities, including an evaluation of alternative gauging strategies.

This determination of priorities will provide three key management tools:

- a rationale for re-allocating existing resources, from lower to higher priorities;
- an ordering of priorities for allocation of additional resources; and
- an ordering of priorities for an imposed reduction of resources.

Assessment of User Needs

An appreciation of user needs for hydrometric data is essential for planning, since it is only through application and

use that the data attains its value and worth. An extensive user survey was carried out to assist in identifying these needs. Usage was further elaborated through the "round table" audit process attended by members of the various federal and provincial agencies most closely associated with the network.

The foremost users of hydrometric data in the province include government agencies, consultants, power utilities, and academic institutions. Most users were either unable to or preferred not to identify site-specific requirements. Instead, they indicated a reliance upon a representative regional hydrology network, with a capacity for data transfer to meet unanticipated needs. Figure 3 shows the profile of users surveyed, by organization.

The surveys indicated that a high demand exists for hydrologic data and information among professional users. Approximately 90% of respondents interviewed indicated a frequent use, at least once a month, of data.

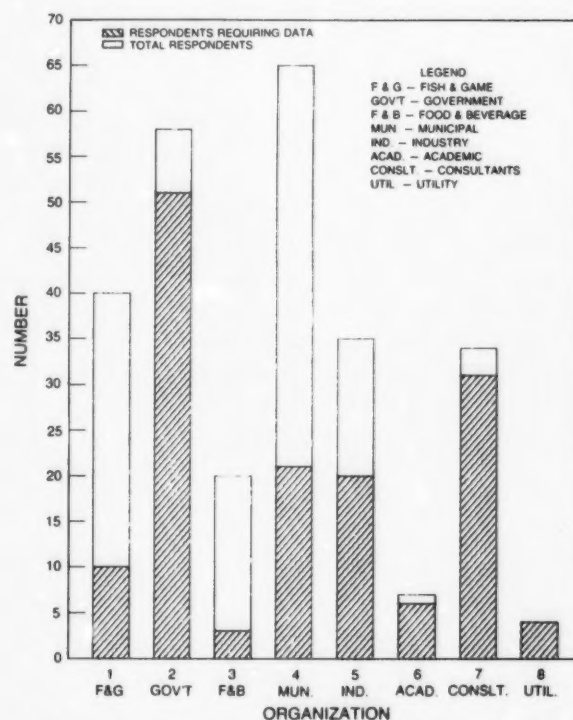


Figure 3 Number of Data Users by Organization.

The foremost applications of hydrometric data at present are for estimates of streamflow at ungauged locations, i.e. regional hydrology, flow forecasting, and an amalgam of fisheries, environmental, and water power purposes. Emerging issues and priorities such as climate change, toxics management, the new Canada Environmental Protection Act requirements, and sustainable development will of course require continuation of a reliable, complete hydrology infor-

mation database into the future. Table 1 shows the reported uses from the survey, and indicates that on average, each hydrometric station serves about 3 distinct uses.

Table 1 — Summary Principal Requirements for Station-Specific Data

Purpose	No. of Stations Used	Percentage of Total Stations*
Regional Hydrology	62	73
Flood Forecasting, and Related Studies	49	58
Fisheries	31	37
Environmental Impact	26	31
Energy	25	29
Navigation and Recreation	18	21
Water Supply	17	20
Other Infrastructure	17	20

*Total Number of Stations = 85

Total reported uses = 245

Average uses per station = 3

The data are required to a high level of accuracy. Eighty-five percent of all respondents indicated a desire for an accuracy of $\pm 10\%$ to 20% in their work. To a large extent, this reflects the importance of the planning, design, and construction decisions that are based upon the data, and the fact that estimations and data transfers are always accompanied by limitations in their use.

In the past, data and publications have been geared towards the professional users' needs that are considered more pressing and urgent. It was found that among non-professional users, a low awareness of hydrometric data and publications exists. This identifies a marketing opportunity to develop the user-base more fully.

Users' suggestions for network and program improvements included:

- additional station coverage in central New Brunswick;
- more stations on small watersheds throughout New Brunswick;
- improved data transfer capabilities;
- better integration of hydrologic information (i.e. hydrometric and meteorological) to facilitate data retrieval and user analysis;

- increased emphasis on interpreted information to supplement the basic data;
- data available in more convenient formats; and
- provision of related data, such as watershed parameters for monitored basins, to supplement the basic data.

Regional Hydrology

Operational hydrometric requirements, which are normally site-specific and real-time, can in most cases only be met by the operation of a gauging station. Regional needs are the converse and can be met by the combination of representative sampling and data transfer techniques. Regression analysis was selected as the most appropriate data transfer technique and an assessment was undertaken to determine appropriate sample size. This technique, whereby streamflow parameters are related to measurable basin characteristics, represents the simplest and most widely practiced form of data transfer.

The evaluation was carried out by referencing the basic physiographic and climatic zones in the province that might logically be assumed to influence streamflow, as well as by assessing the information contained in the present records and network. This provided a basis upon which to judge minimum network requirements as well as target network requirements for an improved definition of hydrologic conditions.

With respect to the minimum requirement, considering the physiographic and climatic diversity of the province, the larger basins appear to be adequately covered by the present network, but the small to medium size basins are clearly under-represented. Some of these physiographic-climatic zones are not measured at all, and therefore no basis exists for establishing their true hydrologic conditions. Figure 4 shows the physio-climatic zones identified and the locations of the existing hydrometric stations. Of the 54 station sites identified for the minimum regional hydrology network, only 37 are addressed by the existing network.

Furthermore, the minimum network cannot be regarded as anything more than a collection of stations **assumably** representing areas of relatively homogeneous hydrologic characteristics. As such, it constitutes the "least credible" capability for the provision of regional hydrology information for the province.

In order to provide a more reliable regional streamflow information base, spatial representation must actually be tested for statistical significance and a more enhanced database (i.e. gauging station network) is required to support this capability. A minimum of 10 stations per representative

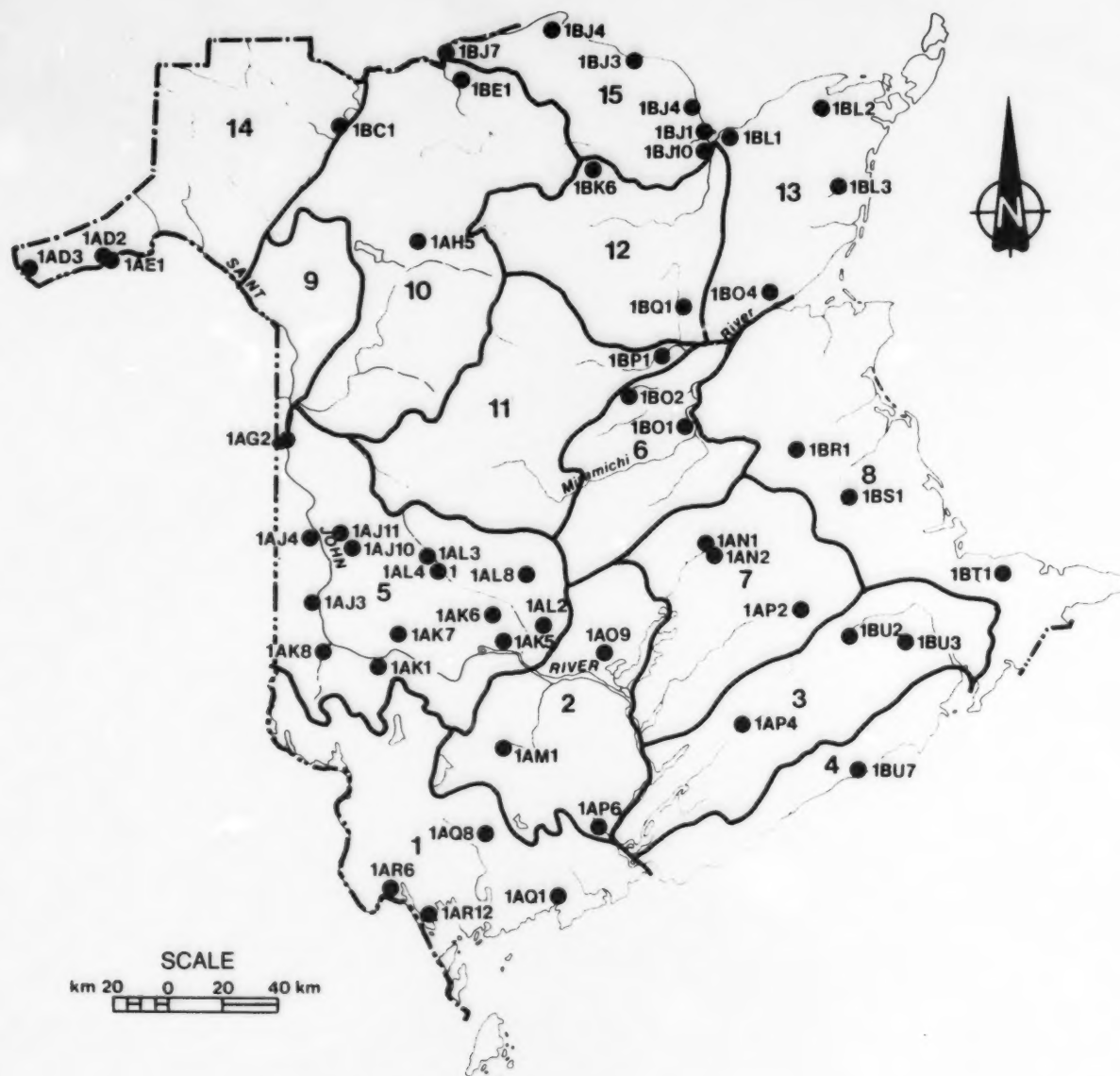


Figure 4 Physiographic-Climatic Zones of New Brunswick.

hydrologic unit is required to provide sufficient degrees of freedom for statistically significant data transfer functions to be developed. Application of this criterion to the 16 physiographic-climatic zones identified for the minimum network would have required a minimum of 160 stations; a 100 percent increase over the present network. Realism prevailed, however, and a revised approach was employed for the determination of a reduced number of representative hydrologic units.

To accomplish this task, the regional hydrology network was assessed on its ability to transfer the 1:100 year recurrence interval flood flows, the 1:20 year mean annual flows and the 1:20 year 10-day mean low flows. It was assumed

that these three parameters would reflect the typical needs for streamflow information in the province. Table 2 summarizes the information obtained.

Table 2 — Capability for Data Transfer

Flow Characteristics	Standard Error of Estimate	Desirable Accuracy Requirement
2 Year - Mean Annual Flow	9-13%	5%
20 Year - 10 Day Mean Annual Flow	20-40%	15%
100 Year Flood Peak	7-24%	10%

Assessing the accumulated records and the existing stations, it is clear that there is at present a capability to provide a reasonable estimate of **annual** runoff and yield for most locations. However, this is always the easiest hydrologic parameter to estimate. Estimates based upon the present network typically varied from 9%-13% accuracy. The standard in other areas appears to be closer to ± 5 per cent.

Low flow conditions are important for water supply, wastewater disposal, and environmental management purposes. Estimating this parameter using the present New Brunswick network involves errors of as much as 20%-40%. Although comparable to errors found in other studies, the implications are still that low flow assessment in New Brunswick is difficult.

In terms of flood flow analysis, more work has been done, and estimates of peak flood flows have been made with an accuracy of 7%-24%. This may be considered just satisfactory for many purposes, but as some users pointed out, a greater accuracy of estimation is required, in the range of 10%.

Attempts were made in this study to establish estimating techniques for daily flows at ungauged locations. Daily flows are needed for the design and operation of many types of hydraulic control structures. In this case, meaningful relationships were not established and it was concluded that only hydrometric stations, rather than estimations, can satisfy these operational needs.

In all of these analysis, small watersheds, less than 250 square kilometres, consistently appear as an area where more hydrometric and meteorological data are required. Furthermore, the lack of records in central New Brunswick also appeared as a technical deficiency.

These foregoing technical analyses were carried out to try to establish the reliability with which a typical user could estimate streamflow conditions at ungauged locations in the province. The overall findings indicated that considerable uncertainty does exist, which can only be addressed through a combination of hydrologic research and continued data collection activities. Of the 77 station sites identified for the target regional hydrology network, only 51 are addressed by the existing network.

Hydrometric Technology and Operations

A review of current developments in hydrometric technology was carried out to identify any cost-effective alternatives worthy of evaluation and implementation.

Some findings were as follows:

- There is an increasing trend towards automation of hydrometric stations, taking advantage of recent development in sensors, telecommunications, satellites, and low-cost microprocessors. This offers potential increases in cost-effectiveness of both field and office procedures, and forms the backbone of long-range Water Resources Branch planning at the present time. Figure 5 illustrates some aspects of the automation program.

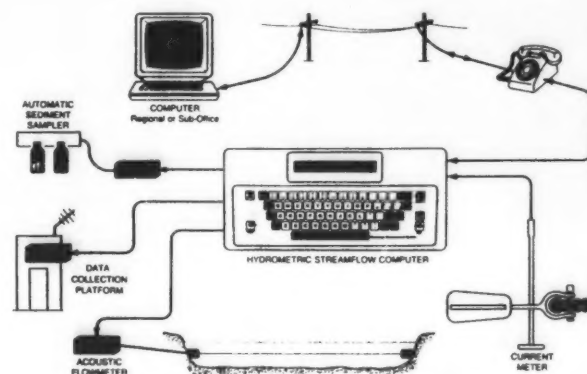


Figure 5a Operational Concept Hydrometric Streamflow Terminal.

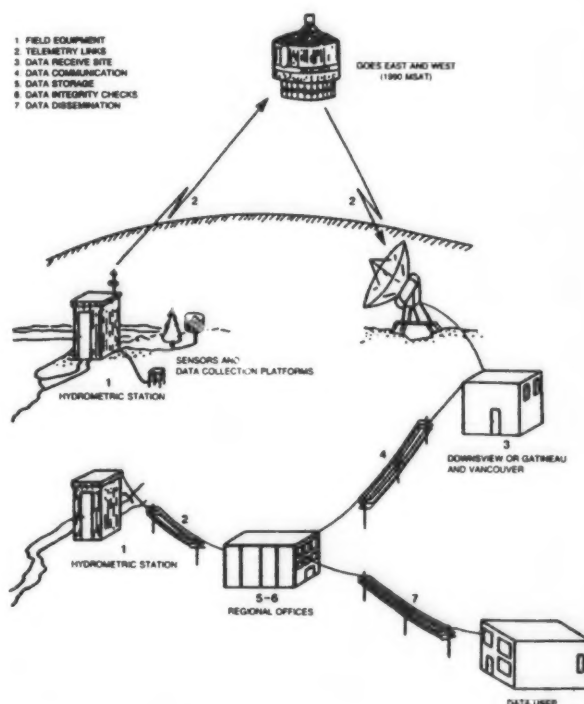


Figure 5b WRB Real Time Data Handling System.

- Servo-manometer systems experience more problems and are less reliable than float-actuated devices, based upon actual field experience in New Brunswick. Elec-

tronic stage sensors and related data acquisition systems are less costly than conventional means and will reduce record loss and operational effort.

- Operational procedures require continued development to meet network and user needs. Procedures for flow measurement under ice conditions are considered to be a high priority in this regard.
- The use of seasonal hydrometric stations is not considered feasible in most instances, since operating costs remain high but data collected is substantially reduced. Seasonal stations, however, may be appropriate for specific project applications.

Evaluation of Gauging Strategies

An evaluation of individual stations and alternative network strategies was carried out in this study. A pragmatic station "audit" process, based upon an integration of several technical and non-technical criteria, was first applied to establish a rough ranking or prioritization of existing and proposed hydrometric stations. Table 3 shows the ranked results. These results, along with a range of hydrometric program objectives, were then used to identify and assess a number of alternative network development scenarios. Guidelines for short-term and long-term planning of the network were established in this fashion. These scenarios are shown in Figure 6.

The benefits of a regional hydrology network cannot be directly quantified and apportioned because of the multi-purpose aspects of the usage of the data, and the fact that each separate use may require a different level of accuracy. Particular stations frequently serve several of these uses at one time. The best that could be achieved in this study was to consider carefully those factors, both technical and non-technical, that contribute to the quality and utility of a hydrometric station and determine priorities on the basis of the extent of these contributions.

Despite the inability to quantify benefits, the concept of hydrometric data and information as serving a high level of "public good" is considered to be well founded. From the point of view of resource stewardship, meeting unforeseen needs, and the proper design of the province's physical infrastructure, comprehensive hydrometric data is clearly essential.

Furthermore, it is recognized that public savings are realized not only through economies of centralization associated with a core network, but also in terms of reduced data costs for public infrastructure. These savings can range from as little as 75% of the hydrologic design cost for a small project (eg. a secondary highway bridge), to substantially greater

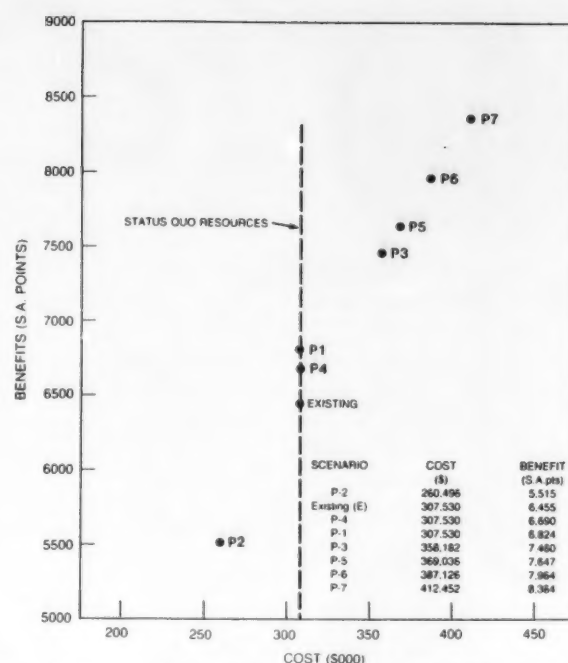


Figure 6 Relative Benefits and Costs of Network Scenarios.

magnitudes for larger undertakings. The provincial government alone expends \$40 million annually for transportation and waterworks infrastructure requiring hydrometric design data. Considering the implied savings, due to even a small increase in design efficiency, the \$300,000 annual operating cost of the hydrometric network appears to be a modest investment.

The pragmatic station audit process developed and applied in this study was found to be very useful, both in terms of assessing stations and providing a framework for integrating the views of many different participants. The process is considered to be, first and foremost, a tool for assessing the impacts of management decisions rather than a definitive method of selecting the "right" combination of stations. It was applied with judgement and interpretation, not arbitrarily based solely upon benefit-point scorings.

The audit process indicated that the existing network is focused heavily upon meeting mandated and operational needs to the detriment of regional hydrology (see Figure 7). Nevertheless, throughout the evaluation process, regional hydrology emerged as perhaps the most important purpose towards which the network should be designed.

It was noted over the course of the audit exercise that the quality of records does vary from station to station and that "problem" stations can impact on any proposed gauging strategy. It was also noted, however, that little information was available at present to identify appropriate solutions for these problem sites.

The methodology applied in this evaluation overcomes the historical tendency to simply augment the network in response to incremental needs. Technical, user, and socio-economic concerns were balanced together to determine sets of network objectives on which basis network performance can be assessed. Appropriate gauging strategies were identified for the achievement of these objectives.

The methodology is flexible, in that objectives can be modified and assumptions revised, based on management priorities and the results can be readily identified. The evaluation framework is a general one which is easily adapted and applied to most situations. The principal recommendations based on the findings of this assessment are as follows.

Table 3 — Province-Wide Station Ranking by Station Audit Score

Station	Station Audit Points	Station	Station Audit Points
1 Saint John River at Fort Kent	149	58 Big Tracadie River (P) (upstream)	71
2 Fish River near Fort Kent	145	59 Nepisiguit River (upstream) (P)	70
3 Restigouche River above Rafting Ground Brook	107	60 Big Presque Isle Stream at Tracey Mills	70
4 Shogomoc Stream near T.C.H.	107	61 Nepisiguit River at Nepisiguit Falls	69
5 Middle River near Bathurst	106	62 Rivière Caraquet at Burnsville	69
6 Southwest Miramichi River at Blackville	105	63 Salmon River at Castaway	69
7 Eel River near Dundee	104	64 Barnaby River below Semiwigagan River	68
8 Kennebecasis River at Apohaqui	104	65 Cold Stream at Coldstream	67
9 Turtle Creek at Turtle Creek	103	66 Renous River at McGraw Brook	67
10 Saint John River below Mactaquac	102	67 Saint John River at Maugerville	66
11 Walker Brook at Campbellton	102	68 Nerepis River Tributary (P)	66
12 Trout Creek (P)	98	69 Becaguimec Stream at Coldstream	65
13 Jacquet River near Durham Centre	96	70 Hayden Brook near Narrows Mountain	65
14 Saint John River at Fredericton	95	71 Northwest Miramichi River at Trout Brook	65
15 Meduxnekeag River near Belleville	95	72 Canaan River (tributary) (downstream)	65
16 St. Croix River at Baring	93	73 Southeast Upsalquitch River (P)	64
17 Nigadoo River near Alcida	92	74 Jemseg River at Jemseg	64
18 Saint John River at Grand Falls	89	75 Kinnear River near Haute-Aboujagane	64
19 St. Francis River at outlet of Glasier Lake	89	76 Middle Branch Nashwaaksis Stream near Royal Road	64
20 Musquash River (P)	87	77 Middle Branch Nashwaaksis Stream at Sandwith's Farm	64
21 St. Croix River at Vancorbore	87	78 Bocabec River (P)	64
22 Dennis Stream near St. Stephen	87	79 Bass River at Bass River	63
23 Saint John River at Saint John	86	80 Castaway Stream near Castaway	63
24 Lepreau River at Lepreau	86	81 Burpee Millstream near Fernmount	63
25 Grand Falls Flowage at Grand Falls	86	82 Nashwaak River at Stanley	62
26 Odellach River (P)	85	83 French Lake at Lakeville Corner	62
27 Eel River near Scott Siding	85	84 Nerepis River near Fowlers Corner	62
28 Saint John River at Edmundston	83	85 Saint John River at Mactaquac Generating Station	61
29 Saint John River at Oak Point	83	86 Tabusintac River (P)	59
30 Saint John River near East Florenceville	83	87 Tantramar River (P)	59
31 Grand Lake at Forest City	83	88 Grand Lake at Newcastle Creek	59
32 Nashwaak River at Durham Bridge	82	89 Magaguadavic River at Elmcroft	59
33 Spednic Lake at St. Croix	82	90 Magaguadavic Lake near Upper Magaguadavic	59
34 Grande Rivière at Violette Bridge	81	91 Quisibis River (P)	58
35 Saint John River at Simonds	80	92 Kedgewick River (P)	58
36 Green River near Rivière-Verte	80	93 Lake Utopia at Canal	58
37 Rivière Iroquois (P)	80	94 Tuadook River (P)	57
38 Forest City Stream below Forest City Dam	80	95 Gounamitz River (P)	56
39 Chamcook Stream at Little Chamcook Lake outlet	80	96 Bartibog River below Highway No. 8	56
40 Rivière Siegas (P)	79	97 Big Tracadie River at Murchy Bridge Crossing	55
41 Upsalquitch River at Upsalquitch	79	98 Kouchibouguac River-upstream (P)	55
42 South Brook Renous (P)	79	99 Digdeguash River (P)	55
43 Tetagouche River near West Bathurst	79	100 Cains River (P)	54
44 Keswick River (P)	79	101 Coal Branch River at Beersville	54
45 Corbett Brook (P)	78	102 Point Wolfe River at Fundy National Park	54
46 Mamozekel River near Campbell River	77	103 Piskahegan Stream near Pleasant Mountain	53
47 Petitcodiac River near Petitcodiac	77	104 Little Southwest Miramichi River at Lyttleton	51
48 Nackawic Stream near Temperance Vale	77	105 Tobique River at Riley Brook	49
49 Aroostook River near Tinker	76	106 Tobique River at Plaster Rock	49
50 Ratcliff Brook (P)	76	107 Narrows Mountain Brook near Narrows Mountain	48
51 Canaan River at East Canaan	74	108 Southwest Miramichi (at the forks) (P)	48
52 North Branch Oromocto River at Tracy	74	109 Cains River (P)	48
53 Limestone Stream at Four Falls	73	110 Shepody River (P)	48
54 Memramcook River (P)	72	111 Kouchibouguac River near Vautour	46
55 Saint John River at Hartland	71	112 Tobique River at Narrows	44
56 Restigouche River below Kedgewick River	71	113 Big Salmon River near St. Martins (P)	41
57 Forty Mile Brook (West Branch) at Caribou Depot	71	114 Saint John River at the falls at Grand Falls	33

Notes: 1. (P) — Proposed hydrometric station
2. Existing station names are as found in the HYDEX File.

Scenario	Minimum Regional Hydrology Network Requirements	Optimal Regional Hydrology Network Requirements	Special Regional Hydrology Requirements	Formal Federal/Provincial Commitments	Long Term Index Stations	Client Needs Not Met by Other Objectives
P-2	■	▣ (68%)	▣ (64%)	■	■	□
E	▣ (69%)	▣ (68%)	▣ (70%)	■	■	▣ (86%)
P-4	■	▣ (79%)	▣ (79%)	■	■	□
P-1	▣ (82%)	▣ (77%)	▣ (81%)	▣ (87%)	▣ (95%)	▣ (43%)
P-3	■	■	▣ (90%)	■	■	□
P-5	■	▣ (94%)	■	■	■	□
P-6	■	■	■	■	■	□
P-7	■	■	■	■	■	■
Number of stations needed for objective:	54	85	83	15	21	7

Legend:

- Scenario fully addresses network objective.
- ▣ Scenario partially addresses network objective (per cent).
- Scenario does not address network objective.
- P Proposed
- E Existing

Figure 7 Gauging Strategy Impacts of Network Objectives.

Recommendations

From all the perspectives taken, the overall assessment was that the New Brunswick hydrometric network is reasonably well-targeted and not overly indulgent. However, for some important mandates, significant gaps do exist.

Opportunities for network improvement through re-allocation of existing resources were identified. These offer possibilities for network adjustments without incurring additional operating costs, while at the same time recognizing that over the long term, some additional needs should be met if basic network objectives are to be satisfied. Finally, the alternative scenarios will assist network managers in assessing the impacts of changes in network resource allocations that may be necessary. The recommendations for network management that have been drawn are summarized below:

- 1) It is recommended that the Coordinating Committee establish (with reference to management priorities) a set of long-term and short-term objectives for the network, utilizing the findings presented here:
 - a) The long-term objectives would be in the direction of Scenario P6 which includes coverage for:
 - the "optimal" or target regional hydrology network.

- formal federal-provincial commitments,
- the long-term index network, and
- any remaining "special" regional hydrology needs not covered by the above.

Although a portion of this objective could be accomplished by a re-allocation of existing resources, full achievement of P6 would require a 26% increase over the existing resource level. Scenarios P3, P4 and P5 represent possible interim milestones.

- b) The short-term objectives should at least ensure that the "bare bones" network requirements are met:
 - the minimum regional hydrology network,
 - formal federal-provincial commitments, and
 - the long-term index network.

This could be accomplished by moving towards Scenario P4 which meets these requirements by making re-allocations from lower to higher priority sites within the existing resource level.

- c) The lowest priority stations (ie. those first available for re-allocation) should be those seven stations comprising the difference between Scenarios P6 and P7. These stations are so client-specific that

they do not contribute to any of the other network objectives.

- d) Any tendency toward downsizing of the network should be carefully assessed against the loss in public benefits attributable to an effective regional hydrology network and in terms of the potential for reduced service to the public.
- 2) It is recommended that a Federal-Provincial Network Evaluation and Planning Subcommittee be established for the purpose of overseeing the implementation of network planning recommendations on an ongoing basis. The terms of reference for this subcommittee (which would report to the Agreement Coordinators) would include:
 - ongoing communication with users and assessments of changing needs,
 - network analysis and hydrologic studies,
 - network technology and automation,
 - investigations of record quality,
 - integrated network planning through atmospheric, water quality, and ground water programs, and
 - most importantly, the preparation of an implementation plan for network adjustments by the fall of each year.
- 3) It is recommended that, prior to undertaking any station closures associated with any implementation plan, the operating costs of these stations should be offered to interested clients.
- 4) It is recommended that regional hydrology needs be more strongly considered in operating the networks, and that continued efforts be made to refine the regional hydrology network through improved measurement and data transfer techniques. Regular evaluations should be carried out on individual stations to assess the quality of record and its role in defining regional hydrologic conditions. An immediate investigation of sites with "problem" records is required prior to implementing any network scenario. Existing network deficiencies with respect to small watersheds and coverage in central New Brunswick should also be addressed.

Notwithstanding the desirability of good data transfer techniques, it is recognized that for such purposes, as daily flows for operational uses, legal requirements, and some project designs, only direct hydrometric measurements rather than estimations will satisfy the needs of many users.

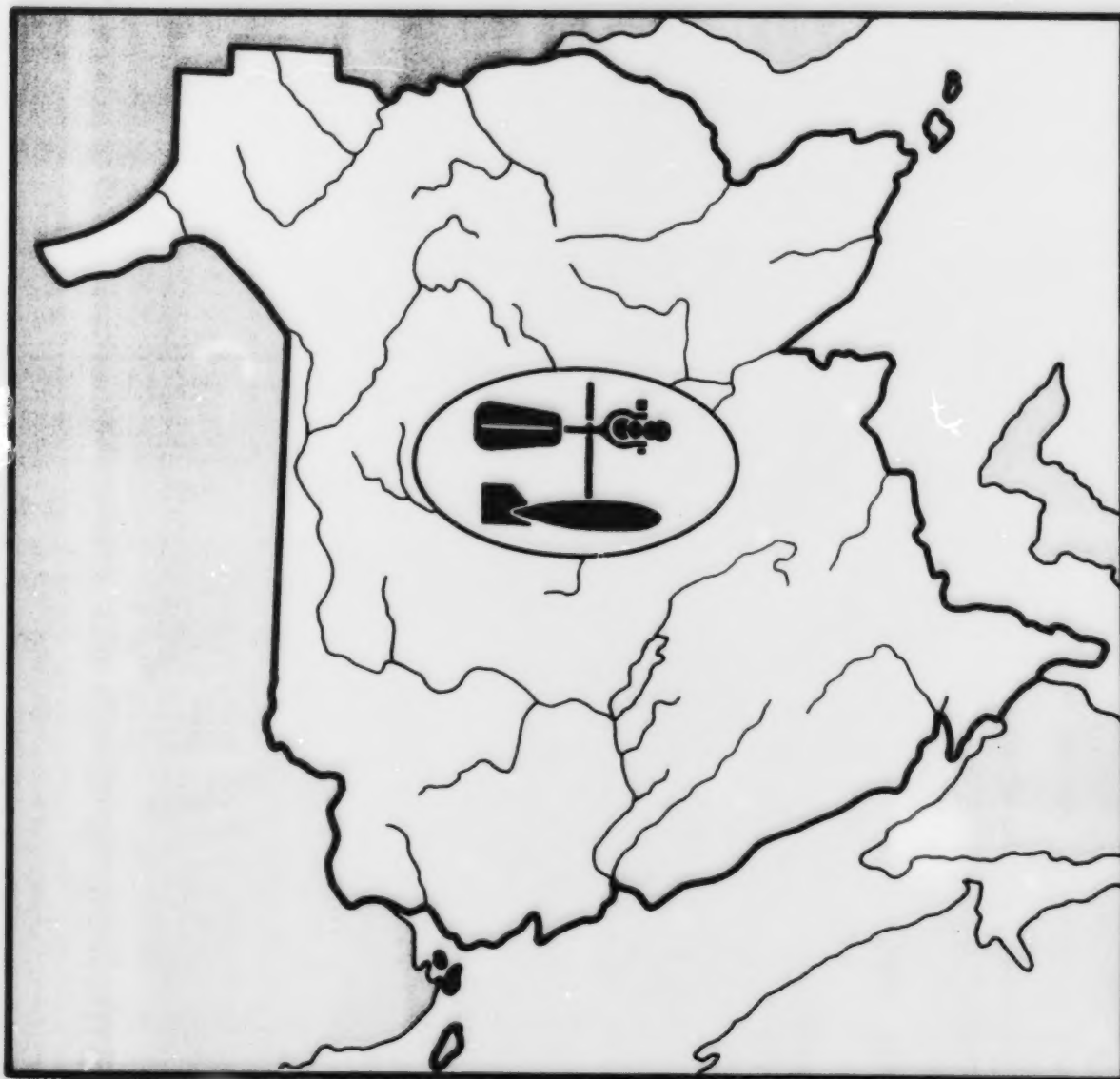
- 5) It is recommended that integrated planning of hydrologic data collection and related environmental data programs be pursued, to the extent feasible and practical. By this we mean that hydrometric planning incorporate the needs of the meteorological, water quality, and ground water programs, and vice versa. The co-location of equipment and coordination of certain field activities is now taking place. The location of water quality stations, for example, to take maximum advantage of available hydrometric data, would be another good example.

In addition, many users require hydrometric, ground water, meteorological, and water quality data in the same basin in order to address specific water resource problems and issues. From this perspective, information to show what data are available, where it is to be found, and how to access it would be beneficial. New technology for storing and disseminating data, such as compact disks, is a very promising way to meet these user needs and is being investigated by the Water Resources Branch of Environment Canada.

- 6) It is recommended that efforts be made to foster increased research and development with respect to the problems of flow measurement and estimation under ice conditions.
- 7) It is recommended that preparatory work be undertaken for increased automation in data collection activities, including: a pilot project to determine the feasibility of using fixed ultrasonic velocity measurement devices, and planning for the use of Canadian direct readout groundstations and implementation of electronic data acquisition equipment. It is also felt that electronic stage sensors should be installed at all new stations rather than conventional pressure manometers.
- 8) It is recommended that a marketing strategy be developed and implemented to broaden the user base. Increased user interaction and communication should be facilitated by means of annual workshops and an annual newsletter containing relevant program and product information, including any updates and network changes. The provision of data in micro-computer formats, including compact disks offer very promising methods of increasing data accessibility and applications.
- 9) In response to identified user needs, it is recommended that more interpreted information, designed to assist users of hydrometric data, be prepared and distributed on a regular basis. Information such as station evaluations, regional or basin assessments of extreme flows, summarized data with graphics, supplementary data on monitored watersheds and regional, basin, or technical "fact sheets" are suggested items. □

Évaluation du Réseau Hydrométrique du Nouveau-Brunswick

Rapport Sommaire



Janvier 1989



Environnement
Canada

Environment
Canada



Ministère des Affaires Municipales et de
L'Environnement du Nouveau-Brunswick

Évaluation du Réseau Hydrométrique du Nouveau-Brunswick

Rapport Sommaire

Janvier 1989

Environnement Canada,
Conservation and Protection
Direction générale des eaux
Dartmouth (N.-E.)

Ministère des Affaires municipales
et de l'Environnement du
Nouveau-Brunswick
Fredericton (N.-B.)

TABLE DES MATIÈRES

Section	Page
Table des matières	i
Résumé	1
Introduction.....	2
Cadre de l'évaluation	3
Évaluation des besoins des utilisateurs	3
Hydrologie régionale	4
Technologie et activités hydrométriques	6
Évaluation des méthodes de jaugeage	7
Recommandations	10

Ce rapport a été préparé par:

- | | |
|-------------|--|
| A. Perks, | Chef, Division de l'hydrologie, Direction des ressources en eau, Ottawa (Ont.). |
| D. Ambler, | Hydrologue de la région, Direction des ressources en eau, Dartmouth (N.-É.) |
| Z. Davar, | Économiste, Ressources en eau, Planification et gestion des ressources en eau, Dartmouth (N.-É.) |
| B. Burrell, | Ingénieur en hydrotechnique, Direction de la planification des ressources en eau, ministère des Affaires municipales et de l'Environnement du Nouveau-Brunswick, Fredericton (N.-B.) |

Résumé

Le réseau hydrométrique du Nouveau-Brunswick a fait l'objet d'une évaluation; on a établi les besoins des utilisateurs en matière de données et de renseignements et mené des études techniques afin de définir en quoi devrait consister le réseau de base et quel devrait être le niveau cible permettant de faire des prévisions des écoulements non mesurés. Outre ces données, des évaluations de la situation socio-économique de la province et les priorités en matière de gestion des ressources en eau ont été fusionnées pour constituer un processus d'évaluation de l'apport relatif de chacune des stations et de l'ensemble du réseau.

Les principales conclusions du projet soutiennent que le réseau est surtout orienté vers les besoins des utilisateurs et que l'on n'accorde pas suffisamment d'attention à la réalisation des objectifs de base de la région en matière d'hydrologie. Les utilisateurs, parmi lesquels on compte différents organismes fédéraux, provinciaux et privés, se servent fréquemment des données et affirment qu'ils retirent de grands avantages du réseau. Ils déplorent le nombre insuffisant de stations dans le centre du Nouveau-Brunswick, l'absence de données portant sur les petits bassins hydrographiques de l'ensemble de la province et réclament une plus grande quantité de renseignements interprétés.

Les études techniques ont permis d'établir le nombre minimum de stations hydrologiques nécessaires dans la région et ce nombre confirme les lacunes déjà observées dans le réseau existant. D'autres études font ressortir des déficiences importantes dans la capacité de prévoir les écoulements non mesurés dans certains secteurs.

Un processus d'évaluation pratique a été élaboré et a servi de cadre pour intégrer les facteurs hydrométriques, socio-économiques et environnementaux. On a établi un ordre de priorité pour les stations en se fondant sur la meilleure évaluation de l'utilité d'une station. Ces données aideront les gestionnaires à faire les rectifications qui pourraient être nécessaires. D'autres possibilités de réseaux ont également été élaborées et évaluées. Elles permettent de mesurer les répercussions que peuvent avoir des ressources ou des objectifs changeants sur l'ensemble du programme.

Vous trouverez ci-dessous les principales recommandations tirées des conclusions. L'objectif d'ensemble est de créer un réseau mieux structuré et ayant un meilleur rapport coût-efficacité. À cette fin, il faudrait:

- utiliser les résultats de cette étude pour élaborer des buts à court et à long terme pour le réseau. À court terme, il faudrait s'assurer que les besoins minimums du réseau sont respectés grâce à la réaffectation des ressources. À long terme, il faudrait élaborer un plan hydrologique

amélioré pour la région qui constituerait le réseau-cible le plus complet;

- mettre sur pied un sous-comité d'évaluation et de planification du réseau qui relèverait de coordonnateurs des gouvernements fédéral et provincial et serait responsable de l'analyse continue du réseau, des communications avec les utilisateurs, de la planification intégrée et de la préparation d'un plan de mise en oeuvre annuel de modifications au réseau;
- souligner l'importance des besoins hydrométriques de la région dans la planification et l'exploitation des réseaux et comparer toute tendance à réduire le réseau aux pertes potentielles de deniers publics et à la réduction du service offert au public;
- poursuivre la gestion intégrée du réseau hydrologique avec les gestionnaires des programmes de données sur l'environnement atmosphérique, sur la qualité de l'eau et sur les eaux souterraines;
- viser une automatisation accrue de la collecte des données;
- mettre en oeuvre une stratégie de commercialisation destinée à élargir la base des utilisateurs et à accroître l'interaction et les communications avec les utilisateurs;
- multiplier le nombre de renseignements interprétés afin d'aider les utilisateurs et d'étendre les possibilités d'utilisation des données collectées.

Introduction

Les ressources en eau du Nouveau-Brunswick sont administrées par le gouvernement du Canada en vertu d'une entente de partage des coûts conclue avec le gouvernement provincial. Les données quantitatives sur les eaux ont été collectées, emmagasinées et diffusées régulièrement au Nouveau-Brunswick depuis 1918; à cette époque, les données hydrologiques servaient principalement à l'exploitation des ressources hydro-électriques. D'une superficie de 73 440 km², la province possède un réseau hydrométrique formé de 85 stations. Cinquante-trois d'entre elles situées sur des cours d'eau non contrôlés servent à analyser les conditions hydrologiques de la région. La densité moyenne du réseau est de une station pour 1 400 kilomètres carrés.

À partir de la fin des années 1960 et du début des années 1970, le réseau s'est étendu davantage en raison d'une augmentation de la demande de renseignements ayant trait aux ressources en eau, à la pêche et aux prévisions de crues. Des stations ont été installées pour répondre à des besoins particuliers et parfois de courte durée. Un grand nombre de ces stations ayant rempli leur rôle original ont été conservées afin de recueillir des données sur une période plus longue et de ce fait, fournir des données plus utiles. À cette époque, on a jugé que cette méthode d'expansion était efficace car le réseau était clairsemé et les coûts d'installation et d'exploitation de ces stations étaient déjà amortis.

Cette expansion a permis de constituer le réseau actuel de stations hydrologiques et de stations de jaugeage qui a régulièrement fait l'objet d'études au cours des ans. Les figures 1 et 2 illustrent la croissance du réseau au cours des ans ainsi que la classification actuelle des stations d'après les études de 1987-1988 sur les ressources en eau dans le cadre de l'accord de partage des frais Canada-Nouveau-Brunswick.

Objet de l'évaluation?

"Le principal problème qui oblige à mesurer l'efficacité ou le rapport coût/efficacité est le coût potentiel de la négligence, qu'elle soit légère ou importante, la collecte excessive de données par différents moyens et le défaut de collecter des renseignements qui pourraient être beaucoup plus utiles. On juge habituellement les programmes de collecte des données comme étant trop ambitieux et inefficaces à la fois" (Langbein 1979).

Cette observation contradictoire soutient qu'en l'absence d'une planification et d'une évaluation efficaces, un réseau peut être la source, à la fois, de répétitions et de lacunes dans la base de données.

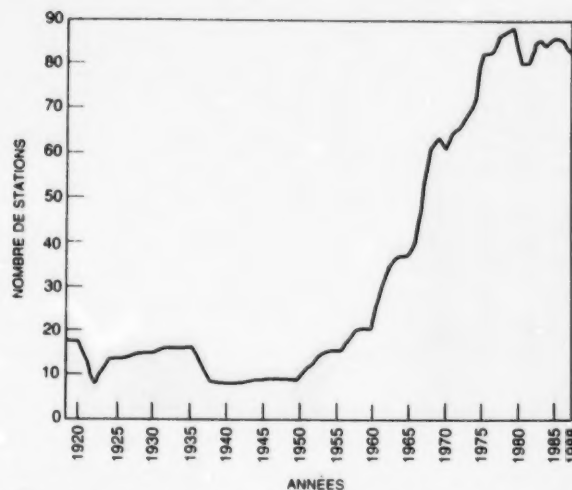


Figure 1 Croissance du réseau de stations de jaugeage du Nouveau-Brunswick.

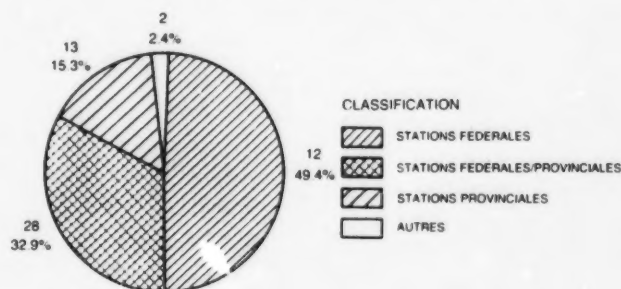


Figure 2 Classification du réseau hydrométrique du Nouveau-Brunswick.

On peut constater par exemple, des mesures intensives continues dans des secteurs autrefois importants, aux dépens d'une collecte insuffisante dans des secteurs en expansion; un intérêt excessif pour les grands bassins, au détriment de l'étude des petits bassins hydrologiques; le jaugeage excessif dans des sites contigus et étroitement liés et l'insuffisance de renseignements concernant d'autres sites; le jaugeage à des endroits où des estimations seraient suffisantes.

D'autre part, un réseau hydrométrique bien structuré a une valeur inestimable pour le public et le secteur privé de la province s'il fournit:

- les données de base et les renseignements utiles à plusieurs programmes gouvernementaux; [protection des citoyens contre les sinistres tels les inondations et les sécheresses];
- les renseignements servant à protéger l'environnement aquatique et les utilisations [souvent concurrentes] que l'on en fait;
- des données qui servent chaque année à la conception, à la construction et à l'exploitation d'infrastructures civiles dont la valeur atteint des centaines de millions de dollars.

Cadre de L'évaluation

La valeur d'un réseau de données se mesure à l'utilité des renseignements qu'il fournit aux utilisateurs. Par conséquent, la première exigence de cette évaluation visait à définir avec précision les besoins actuels et futurs des utilisateurs.

Par la suite, on a étudié la capacité du réseau à répondre à ces besoins. L'objectif était d'identifier les déficiences dans le réseau ainsi que toute redondance de l'information et d'élaborer ainsi une stratégie implicite pour la planification du réseau.

Les limites imposées au budget ou aux coûts exigeaient que le réseau soit étudié dans le contexte de l'offre et de la demande afin d'établir des priorités de rendement du réseau fondées sur une certaine évaluation de la valeur relative. À cette étape, en raison de la nature aléatoire des variables hydrologiques, de la sensibilité des résultats analytiques à diverses hypothèses et de la difficulté d'associer des avantages aux différentes utilisations, on s'est rendu compte que la méthode pour déterminer la valeur relative devrait être plus pratique que rigoureuse.

L'évaluation subséquente du réseau du Nouveau-Brunswick a été effectuée à partir d'un certain nombre de perspectives différentes: hydrologiques et techniques; socio-économiques et du point de vue de l'utilisateur des données. Les contraintes actuelles et la décroissance dans les activités du gouvernement ont également été prises en considération tout au long de l'étude. Les principales phases d'activités comprenaient: a) une évaluation des besoins des utilisateurs afin de déterminer les utilisations actuelles et potentielles des données et de l'information hydrométrique au Nouveau-Brunswick, b) une évaluation des capacités hydrologiques de la région afin de déterminer dans quelle mesure on pourrait se fier sur le réseau actuel pour estimer l'écoulement aux sites non contrôlés, c) une étude des techniques et de l'équipement nouveaux en hydrométrie et d) l'établissement de priorités concernant les stations ainsi qu'une étude des autres méthodes de jaugeage.

L'établissement de priorités fournira trois outils principaux de gestion:

- une justification pour réaffecter les ressources existantes en les faisant passer des priorités moins importantes aux priorités élevées;
- l'établissement d'un ordre de priorité pour l'affectation de ressources supplémentaires; et
- l'établissement d'un ordre de priorité pour une réduction imposée des ressources.

Évaluation des Besoins des Utilisateurs

Une évaluation des besoins des utilisateurs en matière de données hydrométriques est essentielle à la planification car la valeur des données ne se mesure qu'en fonction de leur application et de leur utilisation. Une étude approfondie des utilisateurs a été menée pour aider à identifier ces besoins. La définition d'utilisation a été définie de façon plus détaillée autour d'une table ronde formée de membres de différents organismes fédéraux et provinciaux dont le domaine est étroitement lié au réseau.

Les principaux utilisateurs des données hydrométriques dans la province sont les organismes du gouvernement, les experts-conseils, les services hydro-électriques et les établissements d'enseignement. La plupart des utilisateurs étaient incapables de formuler des exigences quant à des emplacements particuliers ou préféraient ne pas le faire. Ils ont plutôt insisté sur l'existence d'un réseau hydrologique représentatif qui se prêterait à des transferts de données pour répondre à des besoins imprévus. La figure 3 illustre le profil des utilisateurs ayant fait l'objet de l'étude en les regroupant par organisme.

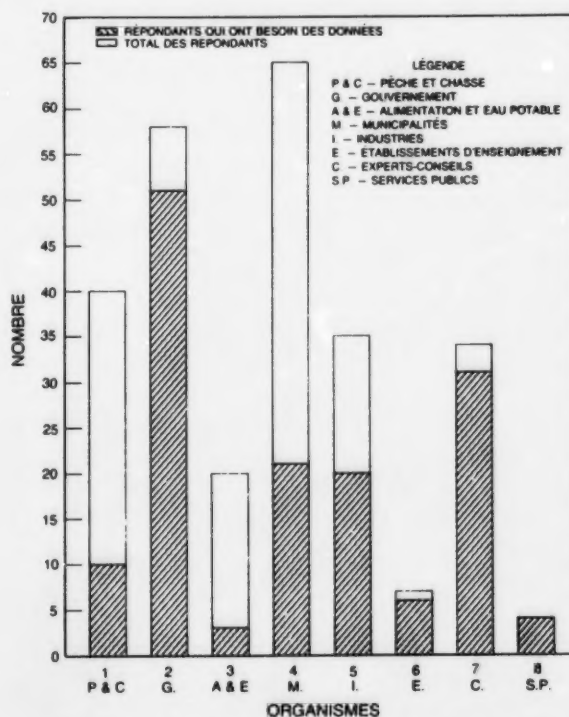


Figure 3 Nombre d'utilisateurs des données par organisme.

Les études ont indiqué qu'il existe une demande élevée pour les données et les renseignements hydrologiques chez

les utilisateurs professionnels. Environ 90% des répondants ont indiqué une utilisation fréquente des données, c'est-à-dire au moins une fois par mois.

Les utilisations les plus fréquentes des données hydrométriques à l'heure actuelle ont trait aux prévisions d'écoulement aux endroits non contrôlés, pour les besoins de l'hydrologie régionale, les prévisions de crue et pour divers usages liés aux pêches, à l'environnement et à l'hydro-électricité. Les questions et les priorités nouvelles comme les modifications du climat, la gestion des produits toxiques, les nouvelles exigences de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement et le développement durable continueront évidemment de justifier l'existence d'une base de données hydrologiques complète et fiable pour l'avenir. Le tableau 1 illustre les utilisations mises au jour par l'étude et indique qu'en moyenne, chaque station hydrométrique sert à trois utilisations différentes.

Tableau 1 — Résumé des principales utilisations de données

Utilisation	Nombre de stations utilisées	Pourcentage de L'ensemble des stations*
Hydrologie régionale	62	73
Prévisions des crues et études connexes	49	58
Gestion des pêches	31	37
Répercussions sur l'environnement	26	31
Gestion de l'énergie	25	29
Navigation et loisirs	18	21
Gestion des ressources en eau	17	20
Autres infrastructures	17	20
Nombre total de stations = 85		
Nombre total d'utilisations = 245		
Utilisations moyennes par station = 3		

Les données doivent avoir un niveau d'exactitude élevé. Quatre-vingt-cinq pour cent des répondants ont indiqué avoir besoin d'une exactitude de ± 10 à 20% pour leur travail. Dans une vaste mesure, ce pourcentage reflète l'importance des décisions de planification, de conception et de construction qui reposent sur les données et le fait que les estimations et les transferts de données ont toujours des limites d'utilisation.

Par le passé, les données et les publications étaient orientées vers les besoins des utilisateurs professionnels considérés comme les plus urgents. On a découvert que parmi les utilisateurs non professionnels, les données et les

publications relatives à l'hydrométrie sont très peu connues. Du point de vue de la commercialisation, il existe donc une possibilité d'étendre davantage la base des utilisateurs.

Voici des suggestions formulées par les utilisateurs pour améliorer le réseau et le programme:

- augmentation du nombre de stations dans le centre du Nouveau-Brunswick;
- augmentation du nombre de stations dans les petits bassins hydrographiques de l'ensemble du Nouveau-Brunswick;
- capacité améliorée de transfert des données;
- meilleure intégration des renseignements hydrologiques (c'est-à-dire hydrométriques et météorologiques) pour faciliter la récupération des données et l'analyse des utilisateurs;
- interprétation accrue des données pour compléter les données de base;
- données disponibles dans des formats plus commodes; et
- apport de données connexes tels les paramètres des bassins hydrographiques contrôlés pour compléter les données de base.

Hydrologie Régionale

Les besoins hydrométriques opérationnels qui sont habituellement particuliers à un site et nécessaires en temps réel ne peuvent, dans la plupart des cas, être satisfaits que par l'exploitation d'une station de jaugeage. En revanche, les besoins au niveau régional requièrent une combinaison de l'échantillonnage représentatif et des techniques de transfert de données. On a jugé que l'analyse de la régression était la technique de transfert de données la plus appropriée et on a entrepris une évaluation pour déterminer la taille appropriée de l'échantillon. Cette technique dans laquelle on établit un rapport entre les paramètres d'écoulement et les caractéristiques mesurables du bassin, est la méthode de transfert de données la plus simple et la plus utilisée.

Pour les besoins de l'évaluation, on a établi un parallèle entre les principales zones physiographiques et climatiques de la province qui, logiquement, peuvent influencer l'écoulement et on a étudié les renseignements contenus dans les registres et le réseau actuel. De cette façon, on a déterminé les exigences minimales du réseau ainsi que des exigences cibles pour établir une meilleure définition des conditions hydrologiques.

En ce qui concerne les besoins minimums, si l'on étudie la diversité physiographique et climatique de la province,

les grands bassins semblent être adéquatement desservis par le réseau actuel tandis que les bassins de petite et de moyenne taille sont nettement mal représentés. Certaines des zones physiographiques climatiques ne font l'objet d'aucune mesure et par conséquent, il n'existe aucune donnée pour établir leurs véritables conditions hydrologiques. La figure 4 illustre les zones physioclimatiques identifiées ainsi que l'emplacement des stations hydrométriques existantes. Parmi les 54 stations identifiées pour répondre aux besoins minimums d'un réseau d'hydrologie régionale, il n'en existe que 37 dans le réseau actuel.

En outre, le réseau minimum n'est guère plus qu'un ensemble de stations qui représente **présument** des zones ayant des caractéristiques hydrologiques relativement ho-

mogènes. Un tel réseau constitue la solution la moins acceptable pour fournir des renseignements hydrologiques à l'échelle régionale dans la province.

Pour constituer une base de données plus fiable sur l'écoulement au niveau régional, il faut vérifier la portée statistique de la représentation spatiale et prévoir, pour l'appuyer, une base de données (c'est-à-dire un réseau de stations de jaugeage) plus étendue. Afin d'avoir un degré de liberté suffisant pour élaborer des fonctions de transfert de données ayant une portée statistique intéressante, il faut au moins 10 stations par unité hydrologique représentative. Selon ce critère, dans les 16 zones physioclimatiques établies pour un réseau minimum, il aurait fallu au moins 160 stations soit une augmentation de 100% par rapport au réseau actuel.

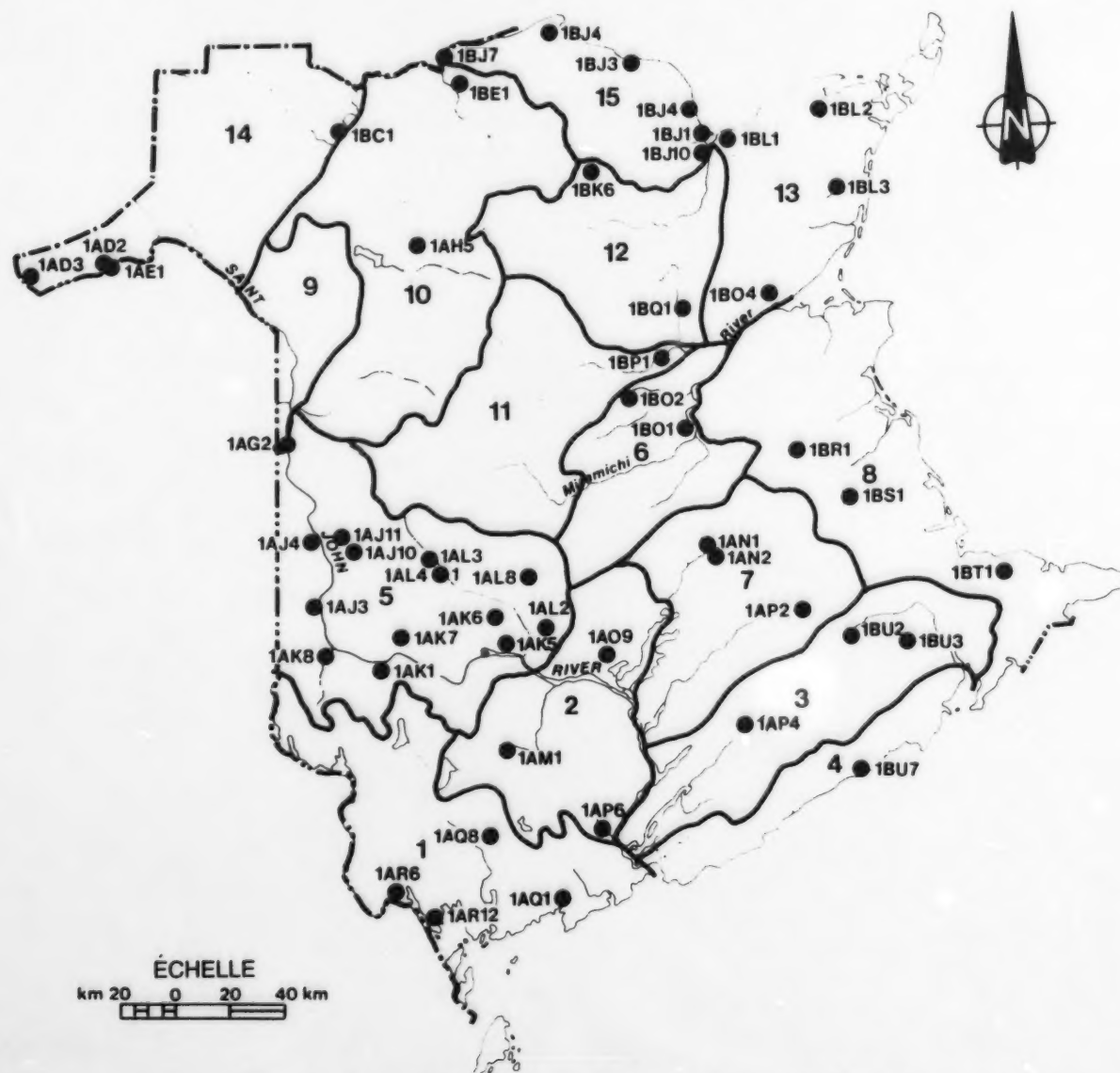


Figure 4 Zones physiographiques-climatiques du Nouveau-Brunswick.

Sur une note plus réaliste toutefois, grâce à une nouvelle approche, ce nombre d'unités hydrologiques représentatives a été révisé à la baisse.

À cette fin, le réseau hydrologique régional a été évalué selon son aptitude à calculer les débits de crues à intervalle de récurrence de 100 ans, le débit moyen annuel sur une période de 20 ans et le débit minimum moyen de 10 jours sur une période de 20 ans. On a jugé que ces trois paramètres représenteraient les besoins types en matière de renseignements sur l'écoulement dans la province. Le tableau 2 résume l'information obtenue.

Tableau 2 — Capacité de transfert de données

Particularités du débit	Erreur-type d'estimation	Degré de précision souhaité
Débit annuel moyen sur une période de 20 ans	9% - 13%	5%
Débit minimum moyen de 10 jours sur une période de 20 ans	20% - 40%	15%
Crue maximale à récurrence de 100 ans	7% - 24%	10%

À l'étude des données accumulées et des stations existantes, il est possible à l'heure actuelle d'obtenir une évaluation raisonnable du ruissellement et du rendement annuel de la plupart des stations. Cependant, c'est toujours le paramètre hydrologique le plus facile à calculer. Le degré d'exactitude des prévisions fondées sur le réseau actuel variait de 9 à 13%. Dans d'autres domaines, la norme semble se situer plus près de $\pm 5\%$.

Il est important de connaître le débit minimum pour les besoins de l'approvisionnement en eau, de l'évacuation des eaux usées et de la gestion de l'environnement. Lorsqu'on évalue ce paramètre à l'aide de l'actuel réseau du Nouveau-Brunswick, les possibilités d'erreurs se situent entre 20 et 40%. Bien que cette possibilité d'erreurs se compare à celle observée dans d'autres études, il reste que l'évaluation du débit minimum est difficile au Nouveau-Brunswick.

En ce qui concerne l'analyse du débit de crue, les travaux sont plus avancés et il a été possible d'évaluer le débit maximal de crue avec une exactitude de 7 à 24%. Pour bien des utilisations ce degré de précision est satisfaisant mais, comme certains utilisateurs l'ont souligné, une précision plus grande, de l'ordre de 10%, est nécessaire à d'autres fins.

Dans cette étude, on a tenté de mettre au point des techniques d'évaluation du débit quotidien dans les sites non contrôlés. Il est utile de connaître le débit quotidien pour

la conception et le fonctionnement de plusieurs types de structures hydrauliques de contrôle. Dans le cas qui nous intéresse, on n'a pu établir de rapprochements intéressants et on a conclu que seules des stations hydrométriques, plutôt que des évaluations, peuvent satisfaire ces besoins opérationnels.

Toutes ces analyses ont permis de constater qu'il faudrait plus de données hydrométriques et météorologiques concernant les petits bassins hydrographiques (de moins de 250 km²). De plus, le manque de données ayant trait au centre du Nouveau-Brunswick constitue également une lacune du point de vue technique.

Ces analyses techniques ont été effectuées afin de déterminer avec quelle précision un utilisateur pouvait mesurer l'écoulement à différents sites non contrôlés de la province. Les conclusions d'ensemble indiquent qu'en matière de précision, les lacunes sont considérables et qu'elles ne peuvent être comblées que par des recherches dans le domaine de l'hydrologie et la poursuite des activités de collecte des données. Des 77 emplacements de stations fixés pour le réseau hydrologique cible, seuls 51 existent dans le réseau actuel.

Technologie et Activités Hydrométriques

Une étude des nouveautés technologiques en matière d'hydrométrie a été menée afin de découvrir des solutions de rechange rentables qui mériteraient d'être évaluées et mises en application.

Voici quelques résultats de cette étude:

- on observe une tendance de plus en plus répandue vers l'automatisation des stations hydrométriques, grâce aux récents progrès accomplis dans le domaine des senseurs, des télécommunications, des satellites et des micro-processeurs à prix modique. Ces instruments offrent la possibilité d'augmenter l'efficacité-coût des activités techniques et administratives et, à l'heure actuelle, forment le cadre du plan à long terme de la Direction des ressources en eau. La figure 5 illustre certains aspects du programme d'automatisation.
- Les systèmes à servo-manomètre causent plus de problèmes et sont moins fiables que les mécanismes à flotteurs, si l'on en croit les expériences menées sur le terrain au Nouveau-Brunswick. Les sondes de mesure électroniques et les systèmes connexes de collecte des données coûtent moins cher que les moyens

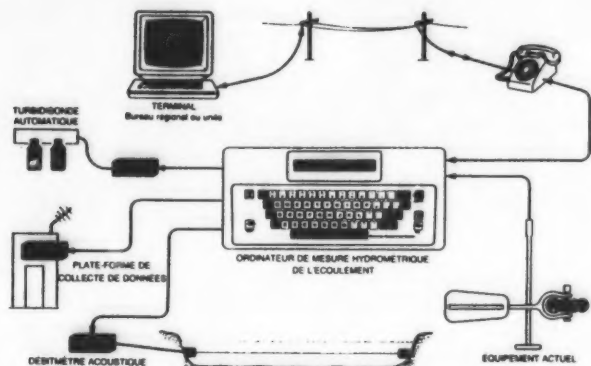


Figure 5a Principes de fonctionnement-terminal hydrométrique de mesure de l'écoulement.

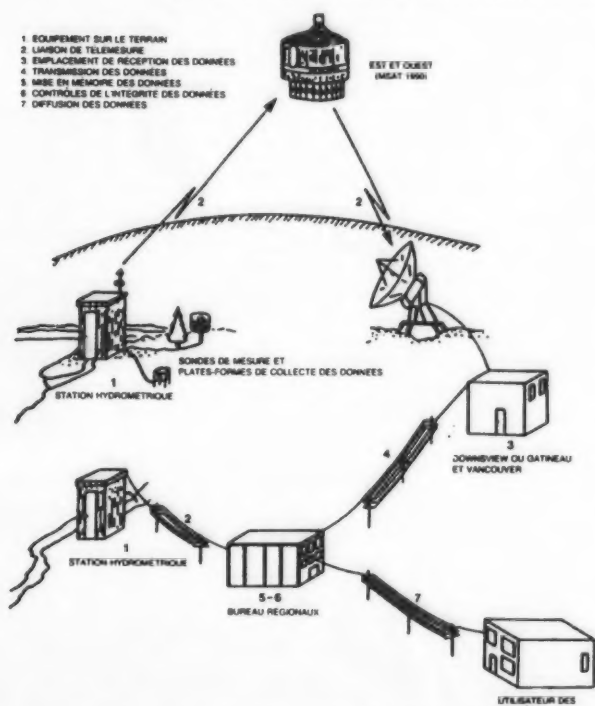


Figure 5b System de traitement des données en temps réel de la direction des ressources en eau.

classiques et réduisent les pertes de données et les activités d'entretien.

- Il faut sans cesse élaborer de nouvelles modalités opérationnelles pour satisfaire les besoins du réseau et des utilisateurs. À cet égard, les modalités de mesures du débit sous la glace sont considérées comme hautement prioritaires.
- Dans la plupart des cas, l'utilisation de stations hydrométriques saisonnières n'est pas un projet jugé réalisable car les coûts d'exploitation restent élevés tandis que les données collectées sont sensiblement moins nombreuses. Les stations saisonnières cependant pourraient convenir à certains projets particuliers.

Évaluation des Méthodes de Jaugeage

La présente étude comportait également une évaluation de certaines stations et d'autres stratégies concernant le réseau. On a d'abord utilisé un processus d'évaluation des stations fondé sur plusieurs critères techniques et non techniques pour faire un classement approximatif ou pour établir un ordre de priorité des stations hydrométriques existantes et proposées. Le tableau 3 présente les résultats obtenus. Ces résultats ainsi qu'un éventail d'objectifs à caractère hydrométrique ont ensuite été utilisés pour élaborer et évaluer un certain nombre de scénarios concernant d'autres possibilités de réseaux. Les lignes directrices de planification à court et à long terme du réseau ont été élaborées de la même manière. Ces scénarios sont reproduits à la figure 6.

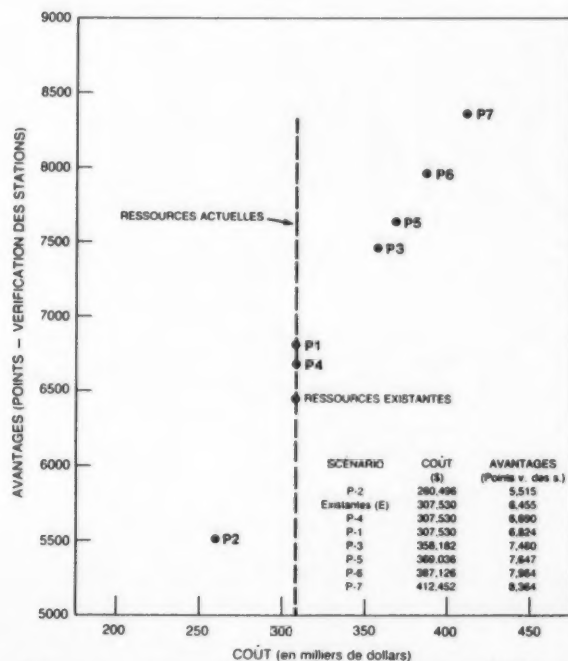


Figure 6 Avantages et coûts relatifs des différents scénarios de réseau.

Les avantages d'un réseau hydrologique régional ne peuvent être quantifiés et répartis avec exactitude en raison des nombreux aspects de l'utilisation des données et du fait que chaque utilisation peut exiger un niveau d'exactitude différent. Souvent, certaines stations peuvent servir à plusieurs de ces utilisations simultanément. Pour cette étude, le meilleur choix consistait à examiner attentivement les facteurs techniques et non techniques qui contribuent à la qualité et à l'utilité d'une station hydrométrique et à déterminer les priorités en se fondant sur la portée de ces facteurs.

Bien qu'il soit impossible de quantifier les avantages, on

est justifié de croire que les données et les renseignements hydrométriques sont très utiles au public. De toute évidence, des données hydrométriques complètes sont essentielles pour exercer un contrôle des ressources, répondre aux besoins imprévus et assurer la conception adéquate des infrastructures de la province.

De plus, on reconnaît qu'il est possible de réaliser des économies, non seulement grâce à la centralisation du réseau, mais également en réduisant les coûts liés à la collecte des données ayant trait aux infrastructures. Ces économies peuvent varier considérablement, d'aussi peu que 75% du coût de conception d'un petit projet hydrologique (par ex-

Table 3 — Classement des stations de la province selon les critères de vérification des stations

Station	Points obtenus à la vérification	Station	Points obtenus à la vérification
1 Saint John River at Fort Kent	149	58 Big Tracadie River (P) (upstream)	71
2 Fish River near Fort Kent	145	59 Nepisiguit River (upstream) (P)	70
3 Restigouche River above Rafting Ground Brook	107	60 Big Presque Isle Stream at Tracey Mills	70
4 Shogomoc Stream near T.C.H.	107	61 Nepisiguit River at Nepisiguit Falls	69
5 Middle River near Bathurst	106	62 Rivière Carquet at Burnsville	69
6 Southwest Miramichi River at Blackville	105	63 Salmon River at Castaway	69
7 Eel River near Dundee	104	64 Barnaby River below Semiwagon River	68
8 Kennebecasis River at Apohaqui	104	65 Cold Stream at Coldstream	67
9 Turtle Creek at Turtle Creek	103	66 Renous River at McGraw Brook	67
10 Saint John River below Mactaquac	102	67 Saint John River at Maugeville	66
11 Walker Brook at Campbellton	102	68 Nerepis River Tributary (P)	66
12 Trout Creek (P)	98	69 Becaguimec Stream at Coldstream	65
13 Jacquet River near Durham Centre	96	70 Hayden Brook near Narrows Mountain	65
14 Saint John River at Fredericton	95	71 Northwest Miramichi River at Trout Brook	65
15 Meduxnekeag River near Belleville	95	72 Canaan River (tributary) (downstream)	65
16 St. Croix River at Baring	93	73 Southeast Upsalquitch River (P)	64
17 Nigadoo River near Alcida	92	74 Jemseg River at Jemseg	64
18 Saint John River at Grand Falls	89	75 Kinnear River near Haute-Aboujagane	64
19 St. Francis River at outlet of Glasier Lake	89	76 Middle Branch Nashwaaksis Stream near Royal Road	64
20 Musquash River (P)	87	77 Middle Branch Nashwaaksis Stream at Sandwith's Farm	64
21 St. Croix River at Vanceboro	87	78 Bocabec River (P)	64
22 Dennis Stream near St. Stephen	87	79 Bass River at Bass River	63
23 Saint John River at Saint John	86	80 Castaway Stream near Castaway	63
24 Lepreau River at Lepreau	86	81 Burpee Millstream near Farmmount	63
25 Grand Falls Flowage at Grand Falls	86	82 Nashwaak River at Stanley	62
26 Odellach River (P)	85	83 French Lake at Lakeville Corner	62
27 Eel River near Scott Siding	85	84 Nerepis River near Fowlers Corner	62
28 Saint John River at Edmundston	83	85 Saint John River at Mactaquac Generating Station	61
29 Saint John River at Oak Point	83	86 Tabusintac River (P)	59
30 Saint John River near East Florenceville	83	87 Tantramar River (P)	59
31 Grand Lake at Forest City	83	88 Grand Lake at Newcastle Creek	59
32 Nashwaak River at Durham Bridge	82	89 Magaguadavic River at Elmcroft	59
33 Spednic Lake at St. Croix	82	90 Magaguadavic Lake near Upper Magaguadavic	59
34 Grande Rivière at Violette Bridge	81	91 Quisibis River (P)	58
35 Saint John River at Simonds	80	92 Kedgewick River (P)	58
36 Green River near Rivière-Verte	80	93 Lake Utopia at Canal	58
37 Rivière Iroquois (P)	80	94 Tuadook River (P)	57
38 Forest City Stream below Forest City Dam	80	95 Gounamitz River (P)	56
39 Chamcook Stream at Little Chamcook Lake outlet	80	96 Bartibog River below Highway No. 8	56
40 Rivière Siegas (P)	79	97 Big Tracadie River at Murchy Bridge Crossing	55
41 Upsalquitch River at Upsalquitch	79	98 Kouchibouguac River-upstream (P)	55
42 South Brook Renous (P)	79	99 Digdeguash River (P)	55
43 Tetagouche River near West Bathurst	79	100 Cains River (P)	54
44 Keswick River (P)	79	101 Coal Branch River at Beersville	54
45 Corbett Brook (P)	78	102 Point Wolfe River at Fundy National Park	54
46 Mamozeke River near Campbell River	77	103 Piskahegan Stream near Pleasant Mountain	53
47 Petitcodiac River near Petitcodiac	77	104 Little Southwest Miramichi River at Lytleton	51
48 Nackawic Stream near Temperance Vale	77	105 Tobique River at Riley Brook	49
49 Aroostook River near Tinker	76	106 Tobique River at Plaster Rock	49
50 Ratcliff Brook (P)	76	107 Narrows Mountain Brook near Narrows Mountain	48
51 Canaan River at East Canaan	74	108 Southwest Miramichi (at the forks) (P)	48
52 North Branch Oromocto River at Tracy	74	109 Cains River (P)	48
53 Limestone Stream at Four Falls	73	110 Shepody River (P)	48
54 Memramcook River (P)	72	111 Kouchibouguac River near Vautour	46
55 Saint John River at Hartland	71	112 Tobique River at Narrows	44
56 Restigouche River below Kedgewick River	71	113 Big Salmon River near St. Martins (P)	41
57 Forty Mile Brook (West Branch) at Caribou Depot	71	114 Saint John River at the falls at Grand Falls	33

Noter: 1. (P) — station hydrométrique proposé

2. Le nom des stations existantes est celui trouvé dans le fichier HYDEX.

emple un pont sur une route secondaire) jusqu'à des sommes beaucoup plus importantes pour la réalisation de grands projets. À lui seul, le gouvernement provincial consacre chaque année 40 millions de dollars à des infrastructures de transport et d'approvisionnement en eau exigeant des données hydrométriques. Si l'on tient compte des économies déjà mentionnées attribuables à une légère amélioration de la conception, les coûts annuels d'exploitation de 300 000 \$ du réseau hydrométrique semblent n'être qu'un investissement modeste.

Le processus de vérification des stations adopté pour cette étude a été très utile, à la fois pour évaluer les stations et pour fournir un cadre dans lequel pouvait s'intégrer le point de vue d'un grand nombre de participants. Ce processus est considéré, d'abord et avant tout, comme un outil d'évaluation de l'incidence des décisions de gestion, plutôt qu'une méthode définitive pour choisir la bonne combinaison de stations. Le processus a été interprété et appliqué avec discernement afin que le choix de l'emplacement des stations ne soit pas arbitrairement fondé sur le nombre de points obtenus dans l'évaluation des avantages.

Le processus d'évaluation a montré que le réseau actuel néglige l'hydrologie de la région et est presque entièrement

orienté de façon à répondre aux besoins définis par mandat et aux besoins opérationnels (voir figure 7). Tout au long du processus d'évaluation, l'hydrologie régionale est cependant apparue comme l'objectif le plus important vers lequel le réseau devrait être orienté.

Pendant l'exercice de vérification, on a remarqué que la qualité des données varie d'une station à l'autre et que les stations "à problèmes" pouvaient avoir des répercussions sur une stratégie de jaugeage quelle qu'elle soit. On a aussi découvert que peu de renseignements étaient disponibles à l'heure actuelle pour élaborer des solutions à ces problèmes.

La méthodologie appliquée pour cette évaluation innove par rapport au passé où l'on ne faisait qu'étendre le réseau pour répondre à l'accroissement des besoins. Les exigences techniques, les intérêts des utilisateurs et les questions socio-économiques ont été départagés pour fixer des ensembles d'objectifs qui ont servi à évaluer le rendement de base du réseau. Les stratégies appropriées en matière de jaugeage ont ensuite été élaborées pour réaliser ces objectifs.

La méthodologie est souple, en ce sens que les objectifs peuvent être modifiés et les hypothèses révisées en se

Scénario	Exigences du réseau hydrologique régional minimum	Exigences du réseau optimal	Exigences spéciales	Engagements officiels fédéral/provincial	Stations prévues à long terme	Besoins des clients non satisfaits par d'autres objectifs
P-2	■	▣ (68%)	▣ (64%)	■	■	□
E	▣ (69%)	▣ (68%)	▣ (70%)	■	■	▣ (86%)
P-4	■	▣ (79%)	▣ (79%)	■	■	□
P-1	▣ (82%)	▣ (77%)	▣ (81%)	▣ (87%)	▣ (95%)	▣ (43%)
P-3	■	■	▣ (90%)	■	■	□
P-5	■	▣ (94%)	■	■	■	□
P-6	■	■	■	■	■	□
P-7	■	■	■	■	■	■
Nombre de stations nécessaires à la réalisation de l'objectif:	54	85	83	15	21	7
Légende:						
■ Le scénario répond parfaitement à l'objectif du réseau.						
▣ Le scénario répond partiellement à l'objectif du réseau (en pourcentage).						
□ Le scénario ne répond pas à l'objectif du réseau.						
P Proposé						
E Existant						

Figure 7 Répercussions de la stratégie adoptée pour les stations de jaugeage sur les objectifs du réseau.

fondant sur les priorités de gestion; les résultats peuvent être mesurés rapidement. Le cadre d'évaluation est vaste et peut facilement être adapté à la plupart des situations. Les paragraphes qui suivent contiennent les principales recommandations découlant des conclusions de l'évaluation.

Recommandations

De tous les points de vue étudiés, il ressort de l'évaluation d'ensemble du réseau hydrométrique du Nouveau-Brunswick que celui-ci est raisonnablement bien ciblé et n'est pas trop indulgent. Cependant, dans certains secteurs importants, de graves lacunes existent.

Il est possible d'améliorer le réseau en réaffectant les ressources existantes. Des modifications pourraient être apportées au réseau sans qu'il soit nécessaire d'augmenter les coûts d'exploitation et, par la même occasion, on reconnaît qu'à long terme, certains besoins additionnels pourraient être satisfaits si on veut réaliser les objectifs fondamentaux. Pour terminer, les autres scénarios élaborés aideront les gestionnaires du réseau à évaluer l'impact des modifications qu'il faudra peut-être apporter à l'affectation des ressources. Voici en résumé les recommandations relatives à la gestion du réseau:

1) Il est recommandé que le comité de coordination fixe (selon les priorités de la gestion) des objectifs à court et à long terme pour le réseau en s'inspirant des conclusions suivantes:

a) Les objectifs à long terme pourraient s'inspirer du scénario P6 qui touche les points suivants:

- le réseau hydrologique optimal ou le réseau cible,
- les engagements officiels des deux paliers du gouvernement,
- le réseau à long terme et
- tout besoin hydrologique "spécial" qui n'est pas traité dans les paragraphes précédents.

Bien qu'une partie de cet objectif pourrait être réalisée grâce à la réaffectation des ressources existantes, la mise en oeuvre complète du scénario P6 exigerait une augmentation de 26% par rapport aux ressources existantes. Les scénarios P3, P4 et P5 pourraient être des étapes provisoires.

b) Les objectifs à court terme devraient au moins viser à satisfaire les exigences essentielles du réseau, c'est-à-dire:

- un réseau hydrologique minimum pour la région,

- des engagements officiels de la part des deux paliers de gouvernement, et
- un réseau à long terme.

Ces objectifs pourraient être réalisés en adoptant le scénario P4 qui répond à ces exigences en installant dans des emplacements jugés prioritaires des stations placées à des endroits moins importants sans modifier le niveau de ressources actuelles.

- c) Les stations les moins prioritaires (c'est-à-dire les premières à être disponibles pour une réaffectation) devraient être les sept stations qui différencient le scénario P6 du scénario P7. Ces stations répondent à des besoins tellement particuliers qu'elles ne servent aucun autre objectif du réseau.
- d) Toute tendance à rétrécir le réseau devrait être étudiée attentivement car elle pourrait entraîner une perte d'efficacité du réseau et réduire le service offert au public.
- 2) On recommande la création d'un sous-comité fédéral-provincial d'évaluation et de planification du réseau pour surveiller sans interruption la mise en oeuvre des recommandations de planification. Le mandat de ce sous-comité (qui relèverait des coordonnateurs de l'entente) devrait comprendre:
- des relations suivies avec les utilisateurs et l'évaluation des besoins changeants,
 - l'analyse du réseau et des études hydrologiques,
 - la technologie et l'automatisation du réseau,
 - des enquêtes sur la qualité des données,
 - la planification intégrée du réseau jumelée aux programmes concernant l'environnement atmosphérique, la qualité de l'eau et les eaux souterraines, et
 - par-dessus tout, la préparation à l'automne de chaque année d'un plan de mise en oeuvre des modifications au réseau.
- 3) Il est recommandé, avant d'entreprendre la fermeture d'une station dans le cadre d'un plan de mise en oeuvre quel qu'il soit, de faire connaître les coûts d'exploitation de ces stations aux clients intéressés.
- 4) Dans l'exploitation des réseaux, il est recommandé d'accorder beaucoup plus d'importance à l'hydrologie régionale et de perfectionner le réseau hydrologique en appliquant des techniques éprouvées de mesure et de transfert des données. Les stations devraient faire l'objet d'évaluations régulières visant à évaluer la qualité des

données collectées et le rôle que joue la station dans la définition des conditions hydrologiques de la région. Avant la mise en oeuvre de l'un ou l'autre des scénarios, il faudra mener une étude approfondie des emplacements ayant des données "à problèmes". Il faudra également tenir compte des lacunes concernant les petits bassins hydrographiques et de l'extension du réseau dans le centre du Nouveau-Brunswick.

Sans réduire les mérites des bonnes techniques de transfert des données, on reconnaît que pour des besoins tels les débits quotidiens nécessaires à certaines activités, les exigences juridiques et certains projets, seules des mesures hydrométriques directes plutôt que des évaluations pourraient répondre aux besoins d'un grand nombre d'utilisateurs.

- 5) Dans la mesure du possible, il est recommandé de poursuivre la planification intégrée de la collecte des données hydrologiques et des programmes connexes de données sur l'environnement. En d'autres mots, nous souhaitons que la planification hydrométrique tienne compte des besoins des programmes météorologiques, de qualité de l'eau et des eaux souterraines et vice versa. À l'heure actuelle; on installe de l'équipement pouvant servir à différentes fins au même endroit et on coordonne certaines activités sur le terrain. On pourrait par exemple profiter de la présence d'une station de collecte de données hydrométriques pour faire au même endroit la collecte de données sur la qualité de l'eau.

De plus, plusieurs utilisateurs ont besoin de données hydrométriques, de données sur les eaux souterraines, de données météorologiques et de données sur la qualité de l'eau dans le même bassin pour répondre à des problèmes particuliers de ressources en eau. De ce point de vue, il faudrait renseigner le public sur les données disponibles, l'endroit où on peut les trouver et comment y avoir accès. Les progrès technologiques sur le stockage et la diffusion des données, comme les disques compacts et les disques optiques, sont des moyens très prometteurs pour répondre aux besoins de ces utilisateurs et font l'objet d'études de la part de la Direction des ressources en eau d'Environnement Canada.

- 6) Il est recommandé d'encourager la recherche et le développement en ce qui concerne les problèmes de mesure du débit et d'évaluation sous la glace.
- 7) Il est recommandé d'entreprendre des études préparatoires en vue d'une automatisation accrue de la collecte des données y compris: une étude pilote de faisabilité concernant l'utilisation d'instruments ultrasoniques fixes pour mesurer la vitesse d'écoulement, l'utilisation des stations terriennes canadiennes de lecture directe et

l'adoption d'équipement électronique de collecte des données. On recommande également l'installation de sondes électroniques à toutes les nouvelles stations au lieu des manomètres conventionnels.

- 8) Il est recommandé de mettre en oeuvre une stratégie de commercialisation visant à élargir la base des utilisateurs. On devrait faciliter les relations et les communications entre utilisateurs grâce à des ateliers annuels et à l'envoi d'un bulletin annuel traitant des programmes et des produits ainsi que de toute mise à jour et modification du réseau. Les données sur micro-ordinateur et sur disque optique sont des moyens très prometteurs pour accroître l'accessibilité aux données et découvrir de nouvelles applications.
- 9) En réponse à des demandes présentées par les utilisateurs, il est recommandé de préparer et de diffuser régulièrement des informations interprétées afin d'aider les utilisateurs des données hydrométriques. Il pourrait s'agir par exemple de l'évaluation des stations, d'évaluations des débits maximums à l'échelle régionale ou à l'échelle d'un bassin, de données résumées accompagnées de graphiques, de données supplémentaires concernant des bassins hydrographiques surveillés et de fiches de renseignements techniques traitant d'une région ou d'un bassin en particulier. □